Application Note

RS-485系统中处理瞬态威胁


TBU-CA085-300-WH


TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K


CDSOT23-SM712


TISP4015L1BJ

现今的程序控制架构和闭环回路系统发展为许多串行支路,其采用点对点,多路或者是多点系统. 串行支路的距离从几米到一千米以上.数据传送协议包括 TIA/EIA-485, TIA/EIA-232,TIA/EIA-422, 现场总线, CAN 总线, PROBUS, INTERBUS 和 LVDS.它们都可以和不同的遥控器件进行通信,这些通信器件包括传感器,制动器,监视器. RS-485 差分通信接口用于长距离并且要抗共模干扰的通信传输,尤其适合于在工厂的程序控制. 程序控制系统设计在其安装和调试过程中要能够承受严苛的条件,在瞬态浪涌和雷击等条件下也可以继续工作.这个应用文档的目的在于如果使用线路保护的方案来满足不同需求的 RS-485 接口防护。美国柏恩(Bourns®)的线路保护方案和测试功能板可以辅助系统设计人员利用 Bourns® TBU®高速保护器(HSP), MOV(金属氧化物压敏电阻), GDT(气体放电管), TVS(瞬态电压抑制器)来实现其要求。

RS-485 简介

RS-485 是一种工业通信接口, 其特点是在短距离传输时速度可以到35Mbps,长距离时速度可以到达 100 kbps.由于外界环境或者大的感性负载等原因, 瞬态脉冲和浪涌也会在其数据线上产生, 尤其是在长距离传输中还很容易遇到线错接或者短路等突发问题, 这些问题都会使其性能下降而影响到整个系统的数据传输。RS-485 通常被应用于楼宇自动售货机, 安防监控系统等。

RS-485 系统固有的优势能比较坚固于许多其它的传输形式, 它的信号采用二线制的差分信号, 联系于参考电压, 这个参考电压通常(但不全是)是地电位。RS-485 具有较强的抗共模干扰能力, 例如地干扰或者马达的感应噪声等。同时它采用较高于常用通信系统的电压使它比其它通信网络和系统更加坚固。例如以太网信号是 2V, 通用的 USB 标准协议是 5V, 而 RS-485 允许的共模电压为-7V 到+12V, 它的压降即使是在较长的传输节点上也是可以接受的, 而不需要增加额外的昂贵器件。

BOURNS®



TBU-CA085-300-WH

RS-485 接口规格

表一详细的说明了 RS-485 接口的规范。主要的参数包括-7V 到+12V 的工作电压，32Mbps 的数据传输速度已经 1200 米的传输距离等。一个完全兼容的 RS-485 接口必须符合 IEC61000-4-2（静电），IEC61000-4-4（群脉冲）和 IEC61000-4-5 （浪涌）标准。



TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF

表一 RS-485 接口规格	
差分信号	是
最大的驱动数量	32
最大的接受数量	32
操作模式	半工器
网络结构	多点系统
最长距离	1200 m
最高速度在12 m时	32 Mbps
最高速度在 1200 m时	100 kbps
接受的灵敏度	+/- 200 mV
接受的工作电压	-7 V to +12 V
输出的负载电压	-7 V to +12 V
最大（小）的驱动电压.	+/- 1.5 V


MOV-10D201K



CDSOT23-SM712

每个串口设计都要服从正常的推荐的电压范围，RS-485 定义了保护的多少当其电压超过了-7V 到 12V。如果环境要求总线要承受 24V，那么额外的保护措施是必要的并且还要符合其原有的标准。美国柏恩(Bourns) 可以提供各种不同种类的过电流，过电压线路保护技术。具体的器件选择取决于实际应用和工作电路的具体要求。


TISP4015L1BJ



TBU-CA085-300-WH



TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K



CDSOT23-SM712

TISP4015L1BJ

RS-485 接口的防护

通常情况下采用的RS-485的保护方案包括一个瞬态电压抑制器二极管阵列，如使用美国柏恩(Bourns®)的CDSOT23-SM712， 这个单颗双向的器件为RS-485提供了异步过电压保护当其超过-7V到+12V的共模电压范围。如果RS-485系统不是室外使用，瞬态电压抑制器阵列可能就可以满足保护的要求。

TVS 如何提供有效的线路防护

单极的瞬态电压抑制器二极管可以有效地嵌位信号总线上瞬态的脉冲电流。Ipp是瞬态电压抑制器二极管能承受的最大的电流。二极管暴露在较高的瞬态电压下，要考虑加载在它上面的电流大小，一定要保证其不能超过额定的最大电流。如图1 所示，瞬态电压抑制器和一个串联电阻Rx的网络来实现低等级的保护，当瞬态电压增加时，二极管和串联电阻的额定功率也随之增加也保证能限制二极管中的电流要低于额定的最大电流。瞬态能量是关于脉冲宽度，持续时间和瞬态斜率dv/dt 的函数。大多数瞬态电压抑制器的规格书中都会提供瞬间脉冲功率Ppp 在8/20us 或10/1000us的数值。除此之外，瞬态电压抑制器的规格书中还会提供一个对数关系的曲线图表来描述不同脉冲宽度下瞬态电压抑制器的性能表现。

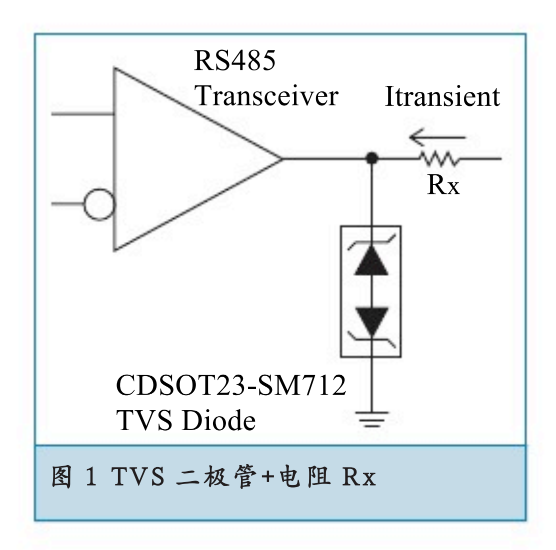


图 1 TVS 二极管+电阻 Rx

随着瞬态能量的增加，这种单级保护方案的不足会凸显出来。 例如当串联电阻的功率增加来限制瞬态电压抑制器的电流时，电阻自身上的压降会影响正常工作时的信号传输水平。从而也会影响其通信环路的传输距离。这时我们可以用三级防护的模式来做到较大瞬态能量的保护，使其对传输距离影响最小，占用的版面空间也最小。



TBU-CA085-300-WH



TBU-P40-G

2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K



CDSOT23-SM712


TISP4015L1BJ

实现有效的电路防护

图表 2 所示，三级防护方案提供了最佳的方案。它使 RS-485 收发器承受更高等级的防护。此方案采用瞬态电压抑制器次极防护，美国柏恩(Bourns®) TBU®高速保护器用来协调匹配，金属氧化物压敏电阻或者气体放电管用于初级保护各个保护元器件协同合作，可以使 RS-485 更加强壮，承受更高等级的防护，远远优于单级保护的作用。

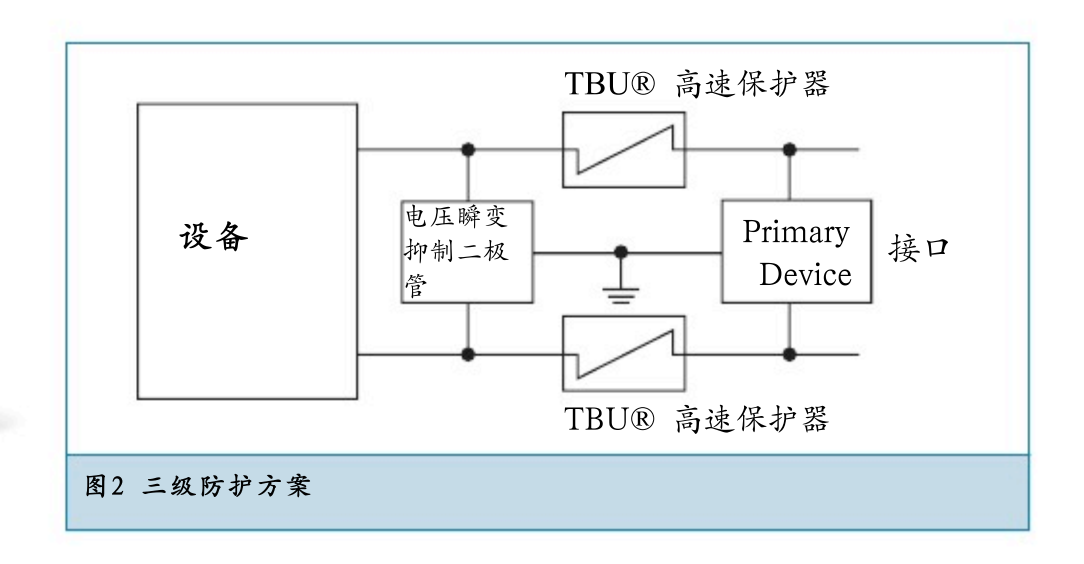


图2 三级防护方案

三级防护方案的实现

图 2 所示三级防护方案协同合作达到保护的目的。选择不同的元器件实现其瞬态保护在接口瞬态能量注入的地方。金属氧化物压敏电阻或者气体放电管可以保护 TBU®高速保护器不被大的瞬态电压破坏，当线路中的电流超过了 TBU®高速保护器的限制电流，美国柏恩(Bourns®) TBU®高速保护器会在 1 微秒之内限制电流流入后端设备，TVS 二极管仅靠着 RS-485 传输器可以很好的嵌位其电压，使 RS-485 信号在其规定的电压信号内正常传输。

BOURNS®

RS-485系统中处理瞬态威胁


TBU-CA085-300-WH


TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K


CDSOT23-SM712

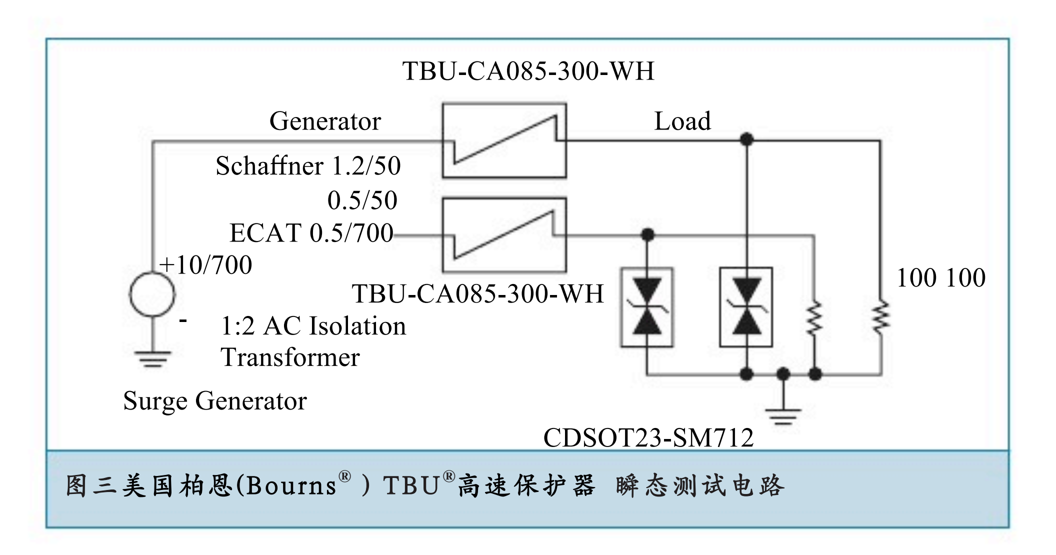

TISP4015L1BJ

理解 Bourns® TBU® 高速保护器的工作原理

美国柏恩(Bourns®) TBU® 高速保护器的 TBU-CA 系列产品是低容值，单路双向，高速线路保护器件，采用了高压 MOSFET 半导体工艺。TBU® 高速保护器用来保护电路的短路故障，交流电搭接，交流电串扰，雷击浪涌，并且可以恢复使用。TBU® 高速保护器具有前所未有的反应速度，布线简单，封装尺寸只有 6.5x4mm 大小。美国柏恩(Bourns®) TBU® 高速保护器采用表贴的 DFN 封装，完全符合 RoHS 规范和无铅制程。

三级防护的拓扑结构可以承受大的瞬态能量通过TBU® 高速保护器 1 微秒的反应速度以及TVS和金属氧化物压敏电阻/气体放电管的主次级防护。在正常工作情况下，TBU® 高速保护器表现为一定电阻特性串联在工作线路中。当瞬态电流增加超过TBU® HSP的触发电流时，TBU® 高速保护器关断为高阻状态，有效地截止了瞬态电流对RS-485收发器的影响。美国柏恩(Bourns®) TBU® 高速保护器的响应速度非常迅速一般在1us 之内，并且拥有较宽的工作频段。

在任何形式的线路中，电力线串扰和高能量脉冲都是一个明显的挑战，尤其是在有限的版面空间下。如前所述，瞬态电压抑制器二极管和电阻形成的单级保护方案可以有效地保护中低级别的瞬态保护但不法对电力线串扰和大电流提供有效保护。美国柏恩(Bourns®) TBU®高速保护器可在很小的贴片封装里有效的抵挡 265V 的电压和 20KA 以上的浪涌电流。为演示三级防护方案的防护能力采用图三所示的线路，100 欧姆的负载电阻在实际电路中不需要使用。此线路用来模仿应用电路中负载的特性。



图三美国柏恩(Bourns®) TBU®高速保护器 瞬态测试电路



TBU-CA085-300-WH



TBU-P40-G



2031-23T-SM-RPLF



MOV-10D201K

CDSOT23-SM712



TISP4015L1BJ

三级防护线路中正确选择主次级保护器

使用初级保护器的目的在于保护美国柏恩(Bourns®)TBU® 高速保护器不被过电压损坏掉,通过初级保护器的电压嵌位或者泄放的脉冲电流一定要小于器件的额定通流量.Isurge=Vgenerator/Rgenerator, Isurge 以 IEC61000-4-5 中规定的瞬态威胁为基础。

次级电压保护器的电压选择必须保证 RS-485 收发器不受大于其最大承受电压的威胁。由于 TBU® 高速保护器是小于 1 微秒的快速响应速度, 所以只有很小的电流通过级次电压保护器。

电容值是主次级电压保护器的另外一个关键考虑因素。如果超过了传输界面允许的最大电容值, 那么节点的带宽就会受到相应的限制。这个电容值是数据线, 连接器和线路保护器件的影响总和。能估算到的数据线和连接器的最大容值将决定你所用保护器件的容值大小。

瞬态浪涌测试数据

如下的示波器波形有助于理解 TBU®高速保护器在不同的瞬态浪涌等级和电力线串扰等方面的三级保护方案中的性能.用如图 3 所示的线路进行演示,不难发现次级的瞬态电压抑制器中流过的能量已经很小,TBU 上面流过的电流相对于浪涌电流来说也是微乎其微。

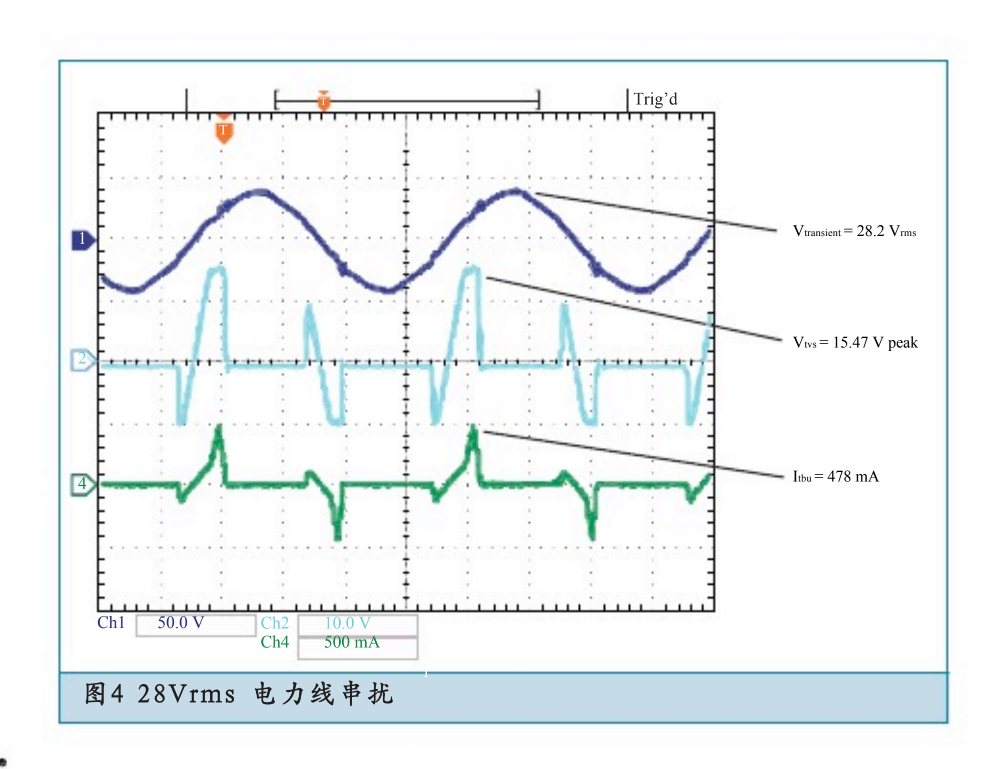


图4 28Vrms 电力线串扰



TBU-CA085-300-WH



TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K



CDSOT23-SM712


TISP4015L1BJ

瞬态浪涌测试数据（续）

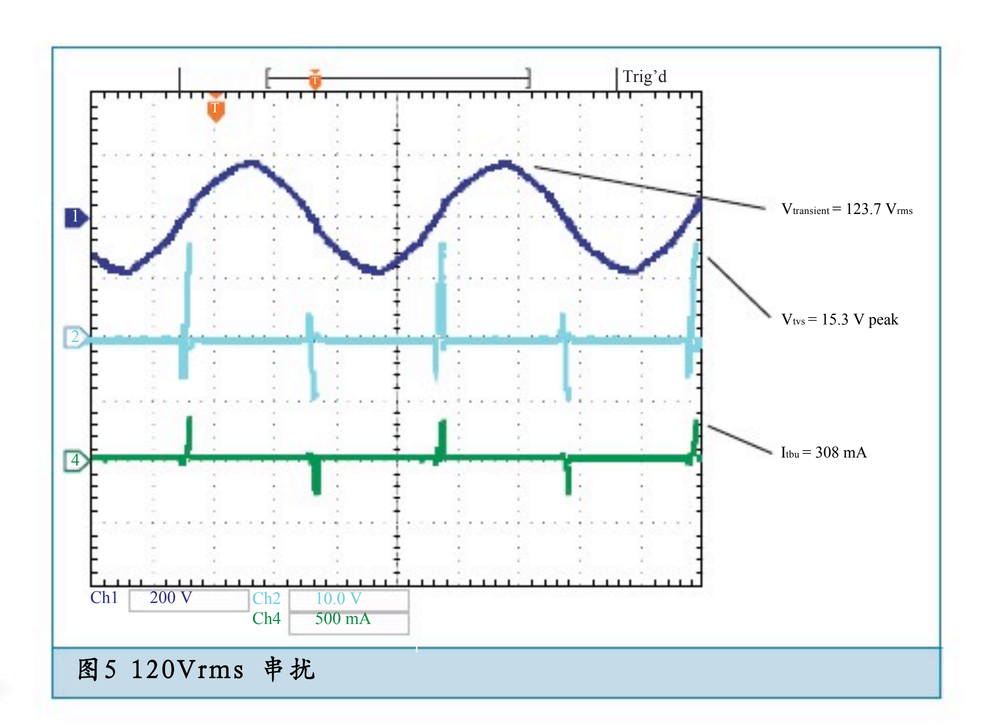


图5 120Vrms 串扰

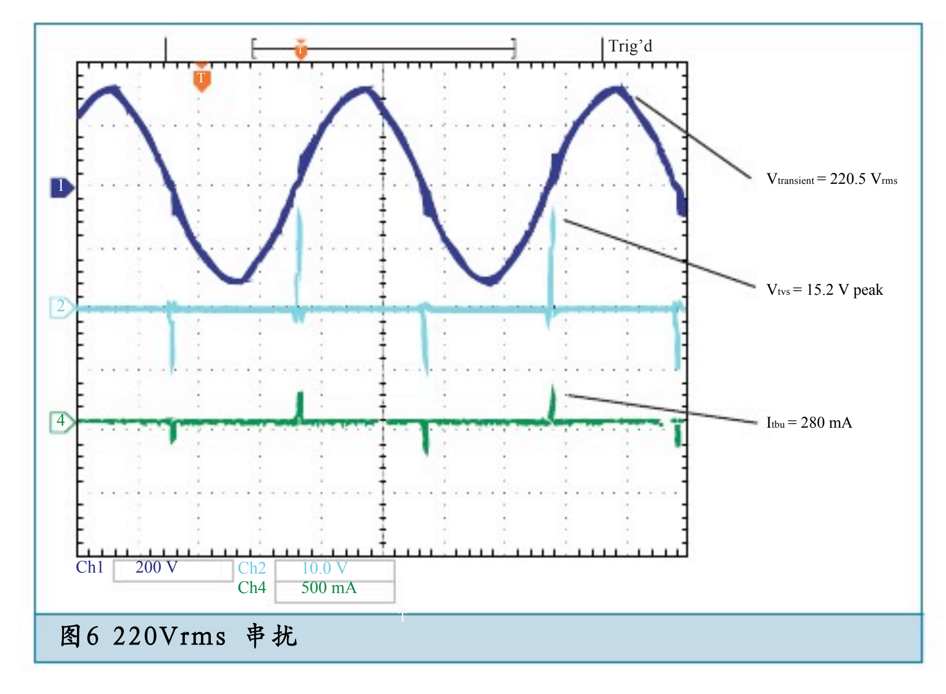


图6 220Vrms 串扰


TBU-CA085-300-WH


TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K


CDSOT23-SM712


TISP4015L1BJ

瞬态浪涌测试数据（续）

Trig'd

$V_{transient}$ = 864 V_{rms}

V_{tvs} = 18.2 V peak

I_{tbu} = 1.78 mA

Ch1 200 V Ch2 10.0 V Ch4 500 mA

图7 1.2/50us 浪涌测试

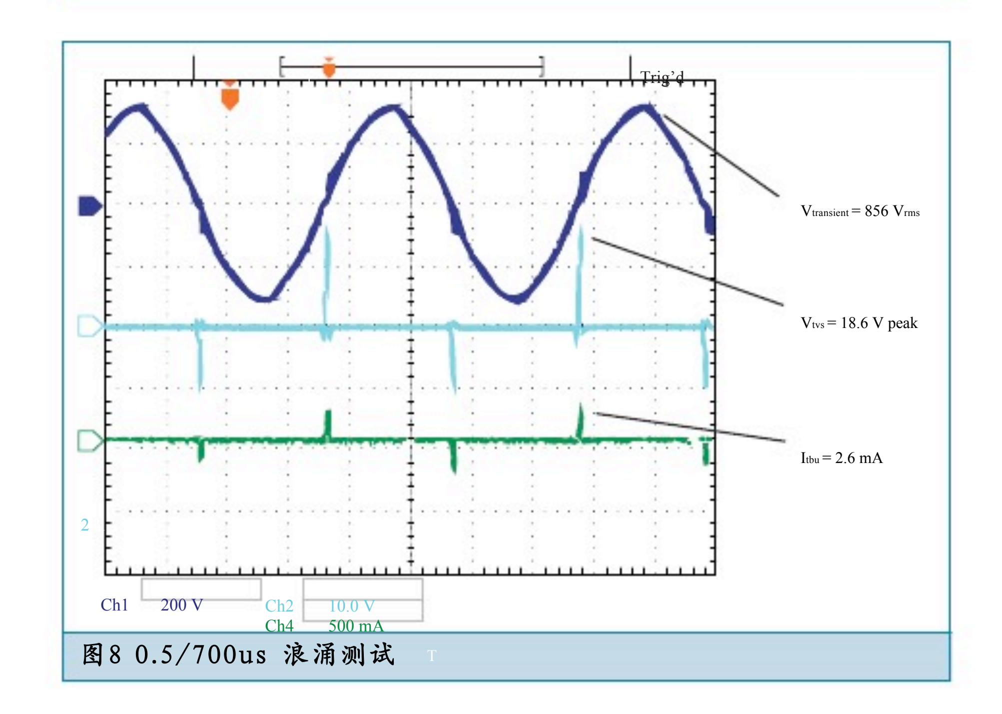


图8 0.5/700us 浪涌测试

以上所示的电力线串扰和瞬态脉冲测试很好的证明了 TBU® 高速保护器在线路中限制负载电流的快速响应性能。 此外这种三级防护的结构使设计者更轻松的选择主次级电压保护器来达到预期的保护效果。





TBU-CA085-300-WH



TBU-P40-G

2031-23T-SM-RPLF



MOV-10D201K



CDSOT23-SM712



TISP4015L1BJ

使用 TBU®高速保护器处理直流电源故障

工业通信系统中直流总线用于继电器控制或者制动器是非常普遍的。当直流电源总线错误安装或者错误搭接在 RS-485 的差分信号线上时，其后果非常严重。TBU® 高速保护器用在线路中可以很好的过流保护作用并且是多次可恢复式的。图 9 所示的电路利用 P40-G240-WH 高速保护器来处理 ± 24 V 电源故障。

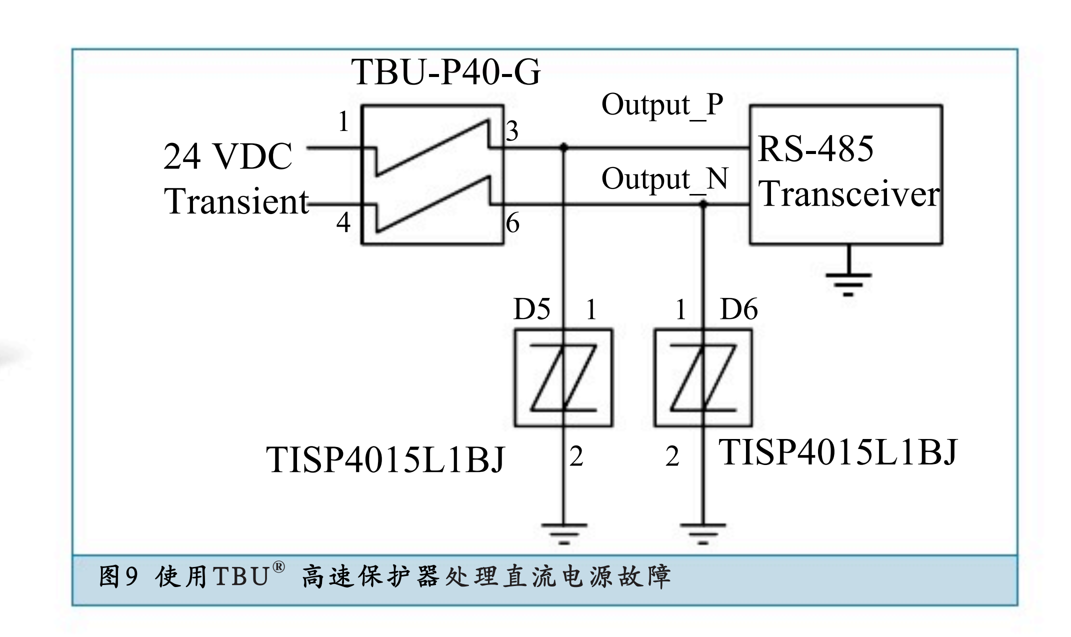


图9 使用TBU® 高速保护器处理直流电源故障



使用 TBU® 高速保护器处理直流电源故障


TBU-CA085-300-WH


TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K


CDSOT23-SM712

TISP4015L1BJ

图 9 使用 TBU® 高速保护器处理直流电源故障 TBU®高速保护器上电压超过 Vreset (典型值为 7V)，TBU® HSP 为呈现出高阻状态。当发生直流电源故障时，晶闸管（TISP4015L1BJ）用于泄放故障电流。通过 TBU® 高速保护器上面的24V电压超过了P40-G240-WH的Vreset，使其进入保护模式。当 24V 的故障被排除，TBU® 高速保护器会重置，RS-485 会重新正常工作。P40-G240-WH 可以处理不超过 40V 的电源故障。

结合图 3 的瞬态浪涌保护方案和图 9 的直流电源故障方案，快速的瞬态浪涌保护和交直流电力线串扰可以用图 10 所示的方案完好的实现。

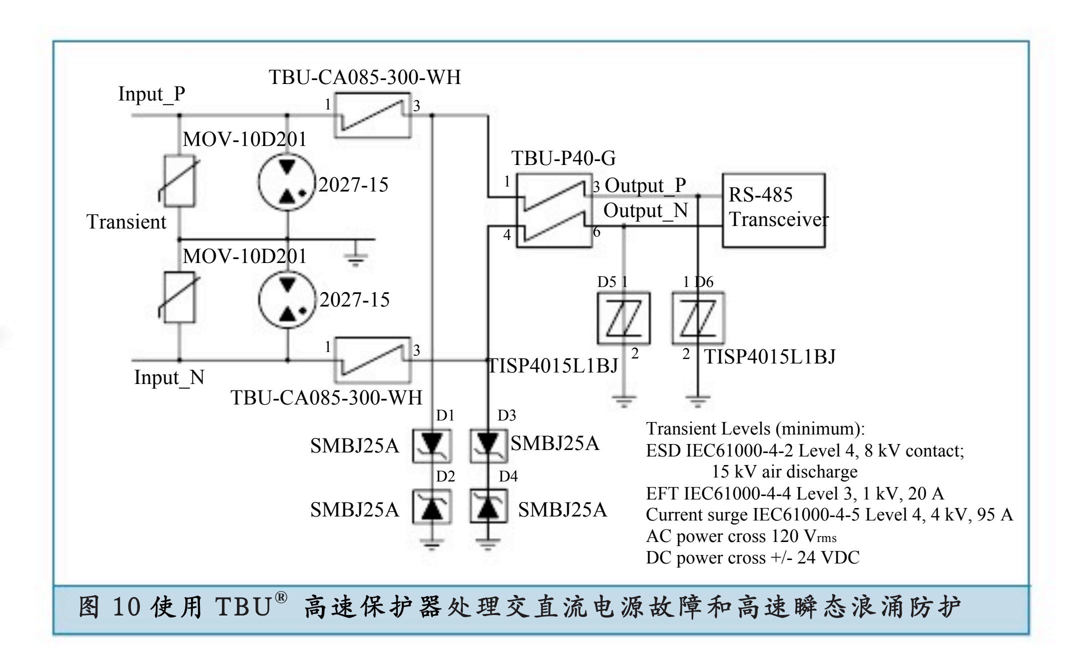


图 10 使用 TBU® 高速保护器处理交直流电源故障和高速瞬态浪涌防护

图 10 中，在气体放电管用来处理大的能量脉冲的同时，金属氧化物压敏电阻用于ESD/EFT的防护，这样可以防止TBU-CA085 上高于850V的电压。在 P40-G240 前，背靠背的二极管用于保护 P40-G240-WH，使线上电压不超过 40V。 直流电源故障依靠晶闸管（TISP4015L1BJ）和 P40-G240-WH 协作防护。

由于每个不同的应用中瞬态浪涌的具体环境条件是不一样的，TBU® 高速保护器的具体使用规格和防护等级请联系美國柏恩(Bourns)当地的技术工作人员。

BOURNS®

Bourns RS-485 应用测试板


TBU-CA085-300-WH


TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K


CDSOT23-SM712

TISP4015L1BJ

我们有两种使用了 TBU-CA 系列的测试板供给广大用户。RS-485 测试板 1 是使用了气体放电管的方案，它可以支持宽的带宽（信号损耗较少），因为气体放电管的极间电容小于 1pf. RS-485 测试板 2 可以在 10MHZ 以上的信号系统中使用，它的主级保护器使用的是金属氧化物压敏电阻,它可以提供一个低成本的 RS-485 方案，通流能力可以达到 2.5KA。这两个方案可以给客户提供一个比较灵活的选择。具体的瞬态脉冲和电力线串扰的性能指标请联系美國柏恩当地的工作人员。

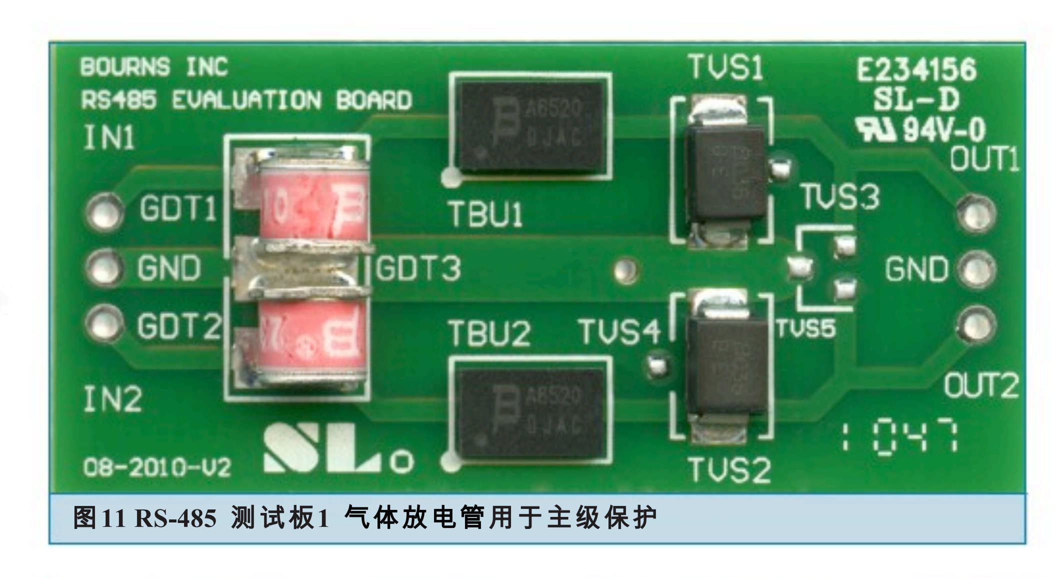


图11 RS-485 测试板1 气体放电管用于主级保护

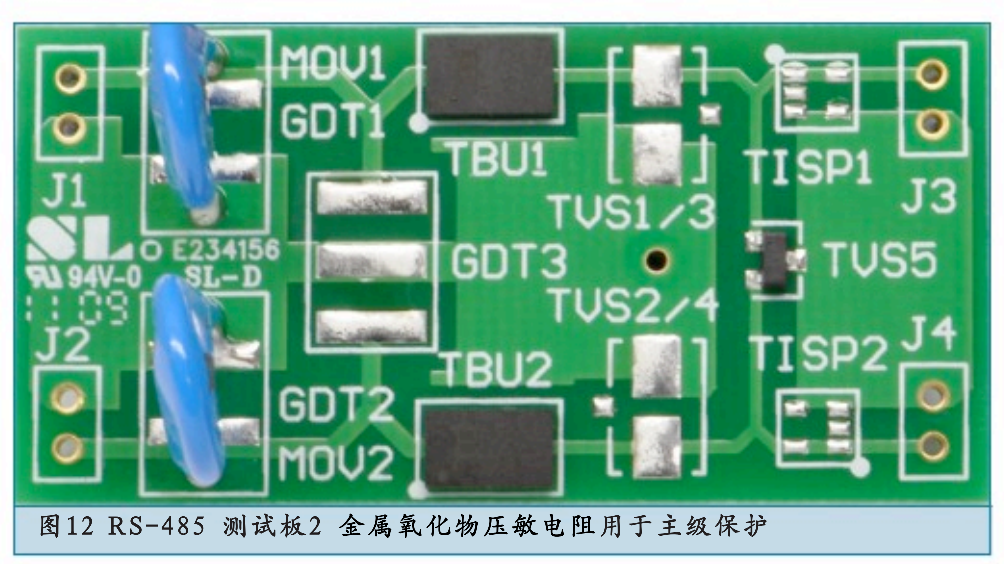


图12 RS-485 测试板2 金属氧化物压敏电阻用于主级保护



RS-485 系统中处理瞬态威胁



TBU-CA085-300-WH



TBU-P40-G


2031-23T-SM-RPLF


MOV-10D201K



CDSOT23-SM712


TISP4015L1BJ

总结

推荐的三级防护方案以美国柏恩(Bourns® ）TBU®高速保护器为特色提供了一个性能优越于同类竞争对手的方案。设计工程师可以充分利用此方案来提高 RS-485 接口的瞬态浪涌防护等级。它具有明显的抗交流电串扰，ESD，EFT 防护能力。美国柏恩提供的 RS-485 接口保护方案结合柏恩 TBU®高速保护器限制流入的电压和能量,加上初级保护的气体放电管或者金属氧化物压敏电阻以及次级保护的 TVS 二极管使得防护方案变得简单容易.使用 TBU® 高速保护器的方案可以使 RS-485 接口过压保护和过流保护等级大幅度提高.

选择 BOURNS 的理由

美国柏恩(Bourns®)的 TBU®高速保护器采用了目前市场上独一无二的专利技术，它使您的电路设计更加简单，防护等级更高。此外美国柏恩(BOURNS)公司通过自身的产品开发和策略性的收购产品线数十年来一直致力于投资创新新产品，其产品可广泛应用于计算机及外围设备，通信、工业、医疗、消费类电子等各个行业，凭借大半个世纪的品牌经营和良好的信誉，美国柏恩(BOURNS)公司一直是线路保护类器件领先的供应商。

更多信息

您可以透過以下在线信息了解更多关于柏恩的 TBU®高速保护器信息和线路保护方案信息:

- http://www.bourns.com/data/global/pdfs/bourns_tbu_white_paper.pdf
- http://www.bourns.com/data/global/pdfs/TBU-CA_MDS.pdf
- http://www.bourns.com/ProductFamily.aspx?name=circuitprotection
- http://www.bourns.com/data/global/pdfs/Bourns_FU1106_RS-485_Evalboard_DesignNote_1.pdf
- http://www.bourns.com/data/global/pdfs/Bourns_FU1106_RS-485_Evalboard_ DesignNote_2.pdf

更多关于技术支持和完整的接口保护方案，请参考: www.bourns.com

*RoHS Directive 2002/95/EC Jan. 27, 2003 including Annex.

BOURNS®
Americas: Tel +1-951 781-5500 Fax +1-951 781-5700
Europe: Tel +41-(0)41 768 55 55 Fax +41-(0)41 768 55 10
Asia-Pacific: Tel +886-2 256 241 17 Fax +886-2 256 241 16